

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/007884

International filing date: 26 April 2005 (26.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-167806
Filing date: 04 June 2004 (04.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 June 2005 (24.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 6 月 4 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 6 7 8 0 6

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 6 7 8 0 6

出 願 人
Applicant(s): 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

2 0 0 5 年 6 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	SCEI03031
【提出日】	平成16年 6月 4日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	G06F 11/00 G06F 15/16
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	矢澤 和明
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	瀧口 巖
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	今井 敦彦
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	田村 哲司
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	安達 健一
【特許出願人】	
【識別番号】	395015319
【氏名又は名称】	株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント
【代理人】	
【識別番号】	100105924
【弁理士】	
【氏名又は名称】	森下 賢樹
【電話番号】	03-3461-3687
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	091329
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

当該プロセッサの特定ブロックの温度を測定するセンサと、

前記センサにより検出される前記特定ブロックの温度をもとに、前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度を推定する温度推定部とを含むことを特徴とするプロセッサ。

【請求項 2】

当該プロセッサに負荷をかけた場合における、前記複数の発熱ブロックと前記特定ブロックの温度差に関する情報を記憶する記憶部をさらに含み、

前記温度推定部は、前記記憶部に記憶された前記温度差に関する情報を参照して、前記複数の発熱ブロックの温度を推定することを特徴とする請求項 1 に記載のプロセッサ。

【請求項 3】

前記記憶部は、当該プロセッサ全体に最大負荷をかけた場合における、前記特定ブロックの検出温度と前記複数の発熱ブロックの温度の対応関係に関する情報を記憶し、

前記温度推定部は、前記最大負荷をかけた場合における前記対応関係に関する情報を参照して、前記複数の発熱ブロックの温度を推定することを特徴とする請求項 2 に記載のプロセッサ。

【請求項 4】

前記記憶部は、さらに前記複数の発熱ブロックの各々に個別に負荷をかけた場合における、前記センサによる前記特定ブロックの検出温度と前記複数の発熱ブロックの温度の対応関係に関する情報を記憶し、

前記温度推定部は、前記個別に負荷をかけた場合における前記対応関係に関する情報を参照して、各発熱ブロックの温度を個別に推定することを特徴とする請求項 3 に記載のプロセッサ。

【請求項 5】

当該プロセッサの全体熱量を測定する熱量測定部をさらに含み、

前記温度推定部は、前記熱量測定部によって測定された全体熱量に応じて前記最大負荷をかけた場合における前記対応関係と、前記個別に負荷をかけた場合における前記対応関係のいずれかに切り替えて、前記複数の発熱ブロックの温度を推定することを特徴とする請求項 4 に記載のプロセッサ。

【請求項 6】

前記複数の発熱ブロックのそれぞれの動作負荷を測定する負荷測定部をさらに含み、

前記温度推定部は、前記負荷測定部により測定された動作負荷に応じて、前記複数の発熱ブロックの温度の推定値を補正することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のプロセッサ。

【請求項 7】

前記センサは、前記センサによる前記特定ブロックの検出温度をもとにして推定される前記複数の発熱ブロックの温度の推定誤差が相対的に小さくなる位置に配置されることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載のプロセッサ。

【請求項 8】

前記温度推定部による温度推定をもとに当該プロセッサの演算ブロック間で負荷を振り分ける負荷分散部をさらに含むことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載のプロセッサ。

【請求項 9】

前記温度推定部による推定温度が所定の閾値を超えた場合に、当該プロセッサの動作周波数を下げる制御を行う動作周波数制御部をさらに含むことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載のプロセッサ。

【請求項 10】

プロセッサに負荷をかけた状態における、センサによる前記プロセッサの特定ブロックの検出温度と前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度の対応関係に関する情報をあらかじめ取得し、前記対応関係に関する情報を参照して、前記センサによる前記特定ブロッ

クの検出温度から前記複数の発熱ブロックの温度を推定することを特徴とする温度推定方法。

【請求項 1 1】

推定された温度をもとに前記プロセッサの演算ブロック間で負荷を振り分けることを特徴とする請求項 1 0 に記載の温度推定方法。

【請求項 1 2】

推定された温度が所定の閾値を超えた場合に、前記プロセッサの動作周波数を下げる制御を行うことを特徴とする請求項 1 0 または 1 1 に記載の温度推定方法。

【請求項 1 3】

プロセッサ全体の発熱量が相対的に大きい場合、前記プロセッサに最大負荷をかけた状態における、センサによるプロセッサの特定ブロックの検出温度と前記プロセッサの発熱ブロックの温度の差にもとづいて、前記検出温度から前記プロセッサの最高温度を推定し、前記発熱量が相対的に小さい場合、前記発熱ブロックに選択的に負荷をかけた状態における、前記センサによる前記特定ブロックの検出温度と前記発熱ブロックの温度の差にもとづいて、前記検出温度から前記プロセッサの最高温度を推定することを特徴とする温度推定方法。

【請求項 1 4】

前記発熱ブロックの動作負荷に応じて前記プロセッサの最高温度の推定値を補正することを特徴とする請求項 1 3 に記載の温度推定方法。

【請求項 1 5】

推定された温度をもとに前記プロセッサの演算ブロック間で負荷を振り分けることを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 に記載の温度推定方法。

【請求項 1 6】

推定された温度が所定の閾値を超えた場合に、前記プロセッサの動作周波数を下げる制御を行うことを特徴とする請求項 1 3 から 1 5 のいずれかに記載の温度推定方法。

【請求項 1 7】

プロセッサにランダムな負荷を与え、センサによる前記プロセッサの特定ブロックの検出温度と前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度の差を測定し、前記検出温度から前記複数の発熱ブロックの温度を推定する際の推定誤差を求め、前記推定誤差が相対的に小さくなるように前記センサにより温度が検出される特定ブロックの位置を調整することを特徴とする温度推定方法。

【請求項 1 8】

プロセッサの特定ブロックの温度を測定するセンサと、
前記センサにより検出される前記特定ブロックの温度をもとに、前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度を推定する温度推定部とを含むことを特徴とするプロセッサシステム。

【請求項 1 9】

前記温度推定部による温度推定をもとに前記プロセッサの演算ブロック間で負荷を振り分ける負荷分散部をさらに含むことを特徴とする請求項 1 8 に記載のプロセッサシステム。

【請求項 2 0】

当該プロセッサシステムは、複数のプロセッサを含むマルチプロセッサシステムであり、
前記負荷分散部は、前記温度推定部による温度推定をもとに前記複数のプロセッサ間で負荷を振り分けることを特徴とする請求項 1 9 に記載のプロセッサシステム。

【請求項 2 1】

前記温度推定部による推定温度が所定の閾値を超えた場合に、前記プロセッサの動作周波数を下げる制御を行う動作周波数制御部をさらに含むことを特徴とする請求項 1 8 から 2 0 のいずれかに記載のプロセッサシステム。

【請求項 2 2】

当該プロセッサシステムは、複数のプロセッサを含むマルチプロセッサシステムであり

、
前記動作周波数制御部は、前記複数のプロセッサの内、少なくとも前記温度推定部による推定温度が所定の閾値を超えたプロセッサに対して動作周波数を下げる制御を行うことを特徴とする請求項 2 1 に記載のプロセッサシステム。

【請求項 2 3】

プロセッサの特定ブロックの温度を測定するセンサと、

前記センサにより検出される前記特定ブロックの温度をもとに、前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度を推定する温度推定部とを含むことを特徴とする温度推定装置。

【請求項 2 4】

プロセッサの特定ブロックの温度を測定するセンサと、

前記センサにより検出される前記特定ブロックの温度をもとに、前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度を推定する温度推定部とを含むことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2 5】

プロセッサの特定ブロックの温度を測定するステップと、

前記センサにより検出される前記特定ブロックの温度をもとに、前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度を推定するステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プロセッサ、プロセッサシステム、温度推定装置、情報処理装置および温度推定方法

【技術分野】

【0001】

この発明はプロセッサ技術に関し、特にプロセッサ内部の温度を推定することのできるプロセッサ、プロセッサシステム、温度推定装置、情報処理装置、および温度推定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

L S I 設計において製造プロセスの微細化と素子の高集積化が一段と進み、チップの性能限界として発熱量を考慮することが設計上非常に重要になってきている。チップが高温になると、動作不良を起こしたり、長期信頼性が低下するため、様々な発熱対策がとられている。たとえば、チップの上部に放熱フィンを設けて、チップから発生する熱を逃がす方法がとられる。

【0003】

また、チップ上の消費電力分布は一律ではないため、チップの一部が異常に高温になるいわゆる「ホット・スポット」の問題を避けることができない。そこで、チップの消費電力分布にもとづいて、プロセッサのタスクをスケジューリングすることも検討されている（たとえば、特許文献1参照）。

【特許文献1】 米国特許出願公開第2002／0065049号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

チップの一部が発熱すると、時間経過とともに熱伝導により発熱箇所の周囲に高温領域が広がり、やがてはチップ全体の温度が上昇する。従来の発熱対策は、プロセッサなどのデバイス内部の温度を計測するために温度センサをひとつだけデバイスに埋め込み、チップ全体の温度分布を巨視的に観測し、数秒～1分程度の時間をかけて放熱するものであり、時間応答性はよくない。最近の高集積化したL S Iの中には、1チップでも数十ワット程度の電力を消費するものも設計されており、数十マイクロ秒のオーダーで放熱処理をしなければ、急峻な温度上昇によって動作不良が起こりうる。

【0005】

そこで、ヒートシンクなどによる強力な冷却機構を設け、消費電力が増大している状況で急激に温度を下げようとするため、相対的にヒートシンクに流れる熱流束が大きくなり、チップ面に広がる熱流束が小さくなる現象が起こる。チップ上面に設けられたヒートシンクに対する熱抵抗が小さいため、等価的には、チップの熱伝導率が相対的に下がったように見なすことができ、局所的なホットスポットが生じやすい状態になる。このように、高集積化したプロセッサでは、ホットスポットが分散して複数箇所に発生するため、ひとつの温度センサではホットスポットの温度を正確に把握することは困難になっている。

【0006】

本発明はこうした課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、発熱箇所の温度を正確に把握することのできるプロセッサ、プロセッサシステム、情報処理装置、および温度推定方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のある態様はプロセッサに関する。このプロセッサは、当該プロセッサの特定ブロックの温度を測定するセンサと、前記センサにより検出される前記特定ブロックの温度をもとに、前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度を推定する温度推定部とを含む。

【0008】

ここで、「ブロック」は、プロセッサの領域を区分けした最小単位であり、スポット的

に熱のピークが発生する領域の大きさに合わせて分けられる。たとえば、ブロックは、プロセッサを構成するトランジスタなどの素子単体であってもよく、ある程度の数の素子の集合であってもよい。複数のプロセッサを含むマルチプロセッサシステムの場合、ブロックは、個々のプロセッサ内で分けられたブロックであってもよく、個々のプロセッサ全体を1つのブロックとしてもよい。

【0009】

「発熱ブロック」は、プロセッサに負荷がかかった場合に、スポット的に熱のピークが発生するブロックであり、ホットスポットとも呼ばれるものに相当する。

【0010】

当該プロセッサに負荷をかけた場合における、前記複数の発熱ブロックと前記特定ブロックの温度差に関する情報を記憶する記憶部をさらに含み、前記温度推定部は、前記記憶部に記憶された前記温度差に関する情報を参照して、前記複数の発熱ブロックの温度を推定してもよい。前記複数の発熱ブロックと前記特定ブロックの温度差に関する情報の一例として、前記センサによる前記特定ブロックの検出温度と前記複数の発熱ブロックの温度の対応関係に関する式やその対応関係を表したテーブルなどがある。

【0011】

前記記憶部は、当該プロセッサ全体に最大負荷をかけた場合における、前記特定ブロックの検出温度と前記複数の発熱ブロックの温度の対応関係に関する情報を記憶してもよい。前記記憶部は、さらに前記複数の発熱ブロックの各々に個別に負荷をかけた場合における、前記センサによる前記特定ブロックの検出温度と前記複数の発熱ブロックの温度の対応関係に関する情報を記憶してもよい。

【0012】

ここで、「プロセッサ全体に最大負荷をかけた場合」とは、プロセッサができるだけフル動作するように、できるだけ大きな負荷をかけた状態を含み、必ずしも厳密な意味で最大の負荷をかけた状態だけを意味しない。

【0013】

「複数の発熱ブロックの各々に個別に負荷をかけた場合」とは、複数の発熱ブロックの少なくとも1つのブロックに選択的に負荷をかけ、それ以外の発熱ブロックには負荷をかけないか、より少ない負荷をかけた状態などを含む。

【0014】

それぞれが当該プロセッサの異なる特定箇所の温度を測定する複数のセンサを含み、各センサが前記プロセッサの異なる複数の発熱ブロックの温度を推定してもよい。センサの数は、発熱ブロックの数より少なくてもよい。

【0015】

本発明の別の態様は温度推定方法に関する。この方法は、プロセッサに負荷をかけた状態における、センサによる前記プロセッサの特定ブロックの検出温度と前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度の対応関係に関する情報をあらかじめ取得し、前記対応関係に関する情報を参照して、前記センサによる前記特定ブロックの検出温度から前記複数の発熱ブロックの温度を推定する。

【0016】

本発明のさらに別の態様も温度推定方法に関する。この方法は、プロセッサ全体の発熱量が相対的に大きい場合、前記プロセッサに最大負荷をかけた状態における、センサによるプロセッサの特定ブロックの検出温度と前記プロセッサの発熱ブロックの温度の差にもとづいて、前記検出温度から前記プロセッサの最高温度を推定し、前記発熱量が相対的に小さい場合、前記発熱ブロックに選択的に負荷をかけた状態における、前記センサによる前記特定ブロックの検出温度と前記発熱ブロックの温度の差にもとづいて、前記検出温度から前記プロセッサの最高温度を推定する。

【0017】

本発明のさらに別の態様も温度推定方法に関する。この方法は、プロセッサにランダムな負荷を与え、センサによる前記プロセッサの特定ブロックの検出温度と前記プロセッサ

の複数の発熱ブロックの温度の差を測定し、前記検出温度から前記複数の発熱ブロックの温度を推定する際の推定誤差を求め、前記推定誤差が相対的に小さくなるように前記センサにより温度が検出される特定ブロックの位置を調整する。

【００１８】

本発明のさらに別の態様はプロセッサシステムに関する。このプロセッサシステムは、プロセッサの特定ブロックの温度を測定するセンサと、前記センサにより検出される前記特定ブロックの温度をもとに、前記プロセッサの複数の発熱ブロックの温度を推定する温度推定部とを含む。プロセッサシステムは、プロセッサとメモリを含み、前記温度推定部は前記プロセッサに設けられ、メモリには、前記プロセッサに負荷をかけた場合における、前記複数の発熱ブロックと前記特定ブロックの温度差に関する情報が記憶されてもよい。

【００１９】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【００２０】

本発明によれば、負荷によるプロセッサの発熱状態を正確に把握することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２１】

図１は、実施の形態に係るプロセッサシステム１０の構成図である。プロセッサシステム１０は、プロセッサ１００とメモリ１１０を含み、これらはバスで接続されている。プロセッサ１００には、デバイス内部の温度を測定するための温度センサ１２０が設けられる。温度センサ１２０は、プロセッサ１００のパッケージ上のダイ（die）に直接設けられ、プロセッサ１００内部の特定箇所の温度を測定する。

【００２２】

全体熱量測定部１３０は、プロセッサ１００の外部に設けられ、プロセッサ１００の全体の熱量を測定する。全体熱量測定部１３０は、プロセッサ１００のヒートシンクなどによる温度センサである。ヒートシンクのような非常に大きな熱容量をもつものをチップ上に設置すると、プロセッサ１００の平均的な熱量を測定することができる。より正確にプロセッサ１００の熱量を測定するために、プロセッサ１００の消費電力を測定してもよい。

【００２３】

図２は、実施の形態に係る温度推定装置２０の構成図である。温度推定装置２０の機能ブロックは、図１のプロセッサ１００、メモリ１１０、およびメモリ１１０にロードされたソフトウェアの連携によって実現される。これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組み合わせによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

【００２４】

温度推定部１４０は、温度センサ１２０が測定するプロセッサ１００内部の特定箇所の温度に関するデータと、全体熱量測定部１３０が測定するプロセッサ１００の全体熱量に関するデータを受け取り、これらのデータにもとづいて、プロセッサ１００に発生する複数のホットスポットの温度を推定し、複数のホットスポットの温度からプロセッサ１００の最高温度を推定する。温度推定部１４０は、プロセッサ１００の全体熱量の大小によって、記憶部１６０に格納された最大負荷時温度推定係数１６２と個別負荷時温度推定係数１６４を切り替えて参照し、温度センサ１２０による特定箇所の検出温度をホットスポットの温度に変換する温度推定関数をあてはめて、ホットスポットの温度を求める。

【００２５】

記憶部１６０は、図１のプロセッサシステム１０のメモリ１１０内に実現されてもよく、プロセッサ１００内のキャッシュメモリ内に実現されてもよい。

【0026】

動作周波数制御部150は、温度推定部140が推定したプロセッサ100の最高温度が所定の限界温度を超えた場合に、プロセッサ100の動作周波数を下げる制御を行う。

【0027】

図3(a)、(b)は、プロセッサ100のホットスポットと温度センサ120の位置関係を説明する図である。プロセッサ100のチップの領域全体は、図3(a)に示すように小さな領域に区分けされる。この小領域を演算ブロックとよぶ。

【0028】

演算ブロックは、チップを構成するトランジスタ単体もしくはある程度の数のトランジスタの集合である。演算ブロックは、スポット的に発熱のピークが現れる領域の大きさに合わせて区切られるが、演算ブロックの大きさは、温度推定の目標精度などの要件によって自由に決めてよい。また、演算ブロックは同一サイズで規則的に区切られてもよいが、各種演算ユニットの境界に合わせて不規則に区切られてもよい。

【0029】

プロセッサ100のホットスポットとなりうる箇所を特定するために、プロセッサ100に最大負荷をかけてプロセッサ100の温度分布を検出する。図3(a)は、プロセッサ100の温度分布を示すものであり、各演算ブロック内の数字はその演算ブロックの温度を示している。同図で斜線を付した3つの演算ブロックが最高温度の85度になっており、これらの演算ブロックがホットスポットとして特定される。温度を表す数字を丸で囲んだ演算ブロックの位置には、温度センサ120が設けられている。したがって、温度センサ120はこの演算ブロックの温度である60度を検知することになる。

【0030】

図3(b)は、図3(a)に対応して3つのホットスポットである演算ブロックA、B、Cと、温度センサ120の設けられた演算ブロックSの位置を示す図である。演算ブロックSに設けられた温度センサ120が検出する温度（以下、単にセンサ温度という）を T_S と表記し、ホットスポットA、B、Cの温度を T_A 、 T_B 、 T_C と表記する。温度センサ120は、最大負荷時においてホットスポットA、B、Cの温度を測定するのに最も適した位置に設置されることが好ましい。たとえば、3つのホットスポットA、B、Cから等距離にある位置や、プロセッサ100全体の温度分布や回路構成を考慮して、各ホットスポットA、B、Cの温度を均等な精度で測定できる位置に温度センサ120を設置する。

【0031】

温度推定部140は、検出されたセンサ温度 T_S から各ホットスポットA、B、Cの温度 T_A 、 T_B 、 T_C を間接的に推定する。温度推定を正確に行うために、シミュレーションによってプロセッサ100全体に最大負荷をかけたり、ホットスポットとなる演算ブロックを中心に選択的に負荷をかけて、事前に温度推定関数を求めておく。

【0032】

図4は、最大負荷時におけるセンサ温度 T_S とプロセッサ100の最高温度の関係を示す図である。プロセッサ100全体に最大負荷がかかるタスクをシミュレーションにより実行した場合に、センサ温度 T_S が50度になったとき、ホットスポットA、B、Cの温度 T_A 、 T_B 、 T_C とセンサ温度 T_S の差（以下、単に温度差分という） ΔT_A 、 ΔT_B 、 ΔT_C はそれぞれ、23度、25度、24度であり、このときのプロセッサ100の最高温度は、ホットスポットBの温度である75度である。

【0033】

また、センサ温度 T_S が55度になったとき、ホットスポットA、B、Cの温度差分 ΔT_A 、 ΔT_B 、 ΔT_C はそれぞれ、25度、24度、22度であり、このときのプロセッサ100の最高温度は、ホットスポットAの温度である80度である。さらに、センサ温度 T_S が60度まで上がったとき、ホットスポットA、B、Cの温度差分 ΔT_A 、 ΔT_B 、 ΔT_C はいずれも25度であり、このときのプロセッサシステム10の最高温度は、ホットスポットA、B、Cの温度である85度である。

【0034】

温度推定部140は、図4の測定結果をもとに、最大負荷時において、センサ温度 T_S からホットスポットの温度 T_A 、 T_B 、 T_C を推定する温度推定関数を求める。最大負荷時のホットスポットの温度は、基本的にはセンサ温度に温度差分を重ね合わせることで得られるが、より一般的には、ホットスポットの温度はセンサ温度に関する関数と考えることができる。温度推定関数の一例は、次の一次関数である。

$$T_i = a_M T_S + b_M$$

ここで、 i はホットスポットA、B、Cのいずれかを指す。最大負荷時の温度推定関数の係数 a_M 、 b_M は、図4の測定結果にもとづいて、 $a_M = 1$ 、 $b_M = 25$ と近似することができる。

【0035】

記憶部160には、こうして得られた係数 a_M 、 b_M が最大負荷時温度推定係数162として記憶される。温度推定部140は、記憶部160に格納された最大負荷時温度推定係数162を用いて、センサ温度 T_S に温度推定関数をあてはめ、最大負荷時の各ホットスポットA、B、Cの温度 T_A 、 T_B 、 T_C を求める。

【0036】

図5(a)～(c)は、個別負荷時におけるセンサ温度 T_S とホットスポットA、B、Cの温度 T_A 、 T_B 、 T_C の関係を示す図である。図5(a)は、ホットスポットAの演算ブロックに集中的な負荷がかかるタスクをシミュレーションにより実行した場合において、センサ温度 T_S とホットスポットAの温度 T_A の関係を示したものである。このとき、他のホットスポットB、Cには負荷がかかっていないか、負荷がかかっていてもその負荷は相対的に小さいものとする。

【0037】

ホットスポットAに個別負荷をかけた場合、センサ温度 T_S が50度になったとき、ホットスポットAの温度 T_A は65度である。また、センサ温度 T_S が60度になったとき、ホットスポットAの温度 T_A は75度である。さらに、センサ温度 T_S が70度になったとき、ホットスポットAの温度 T_A は85度である。この関係より、個別負荷時のホットスポットAの温度 T_A とセンサ温度 T_S の温度差分 ΔT_A は15度である。

【0038】

温度推定部140は、図5(a)の測定結果をもとに、個別負荷時において、センサ温度 T_S からホットスポットAの温度 T_A を推定する温度推定関数を次の一次関数で近似する。

$$T_A = a_m T_S + b_m$$

ここで、個別負荷時の温度推定関数の係数 a_m 、 b_m は、図5(a)の測定結果にもとづいて、 $a_m = 1$ 、 $b_m = 15$ と求めることができる。記憶部160には、こうして得られた係数 a_m 、 b_m が個別負荷時温度推定係数164として記憶される。

【0039】

同様に、図5(b)は、ホットスポットBの演算ブロックに集中的に負荷をかけた場合に、センサ温度 T_S とホットスポットBの温度 T_B の関係を示したものである。この関係より、個別負荷時において、センサ温度 T_S からホットスポットBの温度 T_B を推定する温度推定関数を1次関数などで近似して求め、得られた係数を個別負荷時温度推定係数164として記憶部160に記憶する。同様に、図5(c)は、ホットスポットCの演算ブロックに集中的に負荷をかけた場合に、センサ温度 T_S とホットスポットCの温度 T_C の関係を示したものであり、この関係より、個別負荷時において、センサ温度 T_S からホットスポットCの温度 T_C を推定する温度推定関数を求め、得られた係数を個別負荷時温度推定係数164として記憶部160に記憶する。

【0040】

このようにして、記憶部160には、ホットスポット毎に個別負荷時温度推定係数164が記憶されることになる。温度推定部140は、記憶部160に格納された個別負荷時温度推定係数164を用いて、センサ温度 T_S に温度推定関数をあてはめ、個別負荷時の

各ホットスポットA、B、Cの温度 T_A 、 T_B 、 T_C を求める。

【0041】

温度推定関数を求める代わりに、図5(a)～(c)のようなセンサ温度 T_S の値に対する各ホットスポットA、B、Cの温度 T_A 、 T_B 、 T_C の値を格納したテーブルを記憶部160に格納してもよい。この場合、温度推定部140は、テーブルを参照することにより、センサ温度 T_S の値に対応する各ホットスポットA、B、Cの温度 T_A 、 T_B 、 T_C の値を取得することができる。

【0042】

図6は、温度推定部140による温度推定係数の取得手順を説明するフローチャートである。

【0043】

まず、シミュレーションツールなどによって、プロセッサ100に最大負荷をかけ、最大負荷パターンのもとでプロセッサ100の温度分布を測定する(S10)。プロセッサ100の温度分布は、プロセッサ100の各演算ブロックの温度を検出することによって得られる。各演算ブロックの温度は実測によって求めてもよく、プロセッサ100の回路設計時のシミュレータなどにより発熱量を計算することで各演算ブロックの温度を求めてもよい。

【0044】

得られた温度分布から、プロセッサ100のホットスポットを特定する(S12)。ホットスポットは、図3(a)で説明したように、最高温度をもつ演算ブロックである。最高温度をもつ演算ブロックが複数あれば、複数のホットスポットが特定される。ここで、最高温度をもつ演算ブロックだけでなく、たとえば、2番目、3番目に高い温度をもつ演算ブロックをホットスポットとして選んでもよい。

【0045】

温度推定部140は、ホットスポットの温度とセンサ温度の関係から最大負荷時の温度推定式を求め(S14)、最大負荷時の温度推定式の係数を最大負荷時温度推定係数162として記憶部160に記録する(S16)。温度推定式は、センサ温度をホットスポットの温度に変換する一次関数または高次関数である。

【0046】

次に、シミュレーションツールなどによって、ステップS12で特定されたホットスポットの各々に集中的な負荷をかけ、各ホットスポットを中心とした個別負荷パターンのもとでプロセッサ100の温度分布を測定する(S18)。個別負荷時の温度分布測定の際、プロセッサ100のすべての演算ブロックの温度を測定しなくてもよく、少なくとも負荷が集中的にかかっているホットスポットの演算ブロックについて温度が測定されていればよい。

【0047】

温度推定部140は、各ホットスポットの温度とセンサ温度の関係から、各ホットスポットについて個別負荷時の温度推定式を求め(S20)、各ホットスポットについて、個別負荷時の温度推定式の係数を個別負荷時温度推定係数164として記憶部160に記録する(S22)。

【0048】

図7は、温度推定部140による温度推定手順を説明するフローチャートである。

【0049】

全体熱量測定部130は、プロセッサ100の全体の熱量を測定し、全体熱量の大小を判定する(S30)。全体熱量が所定の閾値よりも大きい場合(S30のY)、温度推定部140は、記憶部160に格納された最大負荷時温度推定係数162を参照し、最大負荷時の温度推定関数によってプロセッサ100の最高温度を推定する(S32)。

【0050】

全体熱量が大きい場合は、負荷が大きい演算ブロックが多数あり、演算ブロックによって温度の高低があるが、全体的には温度が高いレベルにある。したがって、演算ブロック

毎の差はあるものの、発熱がピークになる箇所とセンサ位置の温度差は、最大負荷時におけるホットスポットとセンサ位置の温度差で近似することができる。そこで、全体熱量が大きいときは、最大負荷時の温度推定関数をあてはめて、センサ温度をホットスポットの温度に変換し、そのホットスポットの温度をプロセッサ100の最高温度と推定する。温度推定部140は、最大負荷時の温度推定関数を用いて推定された最高温度を動作周波数制御部150に与える。

【0051】

動作周波数制御部150は、温度推定部140が推定した最高温度が所定の閾値よりも大きい場合（S36のY）、プロセッサ100の動作周波数を下げる制御を行う（S38）。たとえば、プロセッサ100の限界温度が85度であるとする、所定の閾値は85度に設定され、図4の例では、センサ温度が60度に達した場合に、温度推定部140により最高温度が85度と推定され、動作周波数制御部150により動作周波数を下げる制御が行われる。

【0052】

温度推定部140が推定した最高温度が所定の閾値以下である場合（S36のN）動作周波数制御部150は、動作周波数を制御せず、処理はステップS30に戻る。

【0053】

ステップS30において、プロセッサ100の全体熱量が所定の閾値以下である場合（S30のN）、温度推定部140は、記憶部160に格納された個別負荷時温度推定係数164を参照し、個別負荷時の温度推定関数によってプロセッサ100の最高温度を推定する（S34）。

【0054】

全体熱量が小さい場合は、プロセッサ100全体には大きな負荷はかかっていないが、特定の箇所に集中的に負荷がかかり、局所的に高温になっている可能性がある。すなわち、演算ブロック毎に温度の違いが大きく、センサ温度との温度差はさまざまな値となりうる。このような場合、発熱がピークになる箇所とセンサ位置の温度差は、ホットスポットに集中的に負荷をかけたときのホットスポットとセンサ位置の温度差で近似するのが好ましい。そこで、全体熱量が小さいときは、個別負荷時の温度推定関数をあてはめて、センサ温度をホットスポットの温度に変換し、そのホットスポットの温度をプロセッサ100の最高温度と推定する。

【0055】

複数のホットスポットがある場合は、それぞれのホットスポットについて、個別に集中的な負荷がかかっていると想定した場合に、それぞれの個別負荷時の温度推定関数をあてはめて、センサ温度から各ホットスポットの温度を求め、各ホットスポットの温度のうち、最も高い温度をプロセッサ100の最高温度とする。すなわち、いずれのホットスポットに負荷がかかっているかはわからないため、最悪の場合を想定してプロセッサ100の最高温度を見積もる。

【0056】

たとえば、図5（a）～（c）の例において、現在のセンサ温度が60度で、プロセッサ100の限界温度が85度であるとする。仮にホットスポットAに負荷が集中していたとすると、図5（a）より、センサ温度60度に対応するホットスポットAの温度 T_A は75度であり、限界温度以下である。また、仮にホットスポットBに負荷が集中していたとすると、図5（b）より、ホットスポットBの温度 T_B は72度であり、やはり限界温度以下である。

【0057】

しかし、仮にホットスポットCに負荷が集中していたとすると、図5（c）より、ホットスポットCの温度 T_C は85度であり、限界温度に達する。いずれのホットスポットに負荷が集中しているかはわからないが、最悪の場合を想定すると、ホットスポットCに負荷が集中して、ホットスポットCが限界温度に達している可能性がある。温度推定部140は、プロセッサ100の全体熱量が小さい場合には、ホットスポット毎に個別負荷がか

かった場合を想定し、各ホットスポットの温度を求め、最も温度が高いホットスポットを選び、そのホットスポットの温度をプロセッサ１００の最高温度とする。

【００５８】

温度推定部１４０は、このようにして個別負荷時の温度推定関数を用いて推定された最高温度を動作周波数制御部１５０に与え、動作周波数制御部１５０は、最大負荷時と同様に、ステップＳ３６、Ｓ３８の処理を行う。

【００５９】

本実施の形態の温度推定装置２０によれば、シミュレーションや実験などによりあらかじめプロセッサ１００のホットスポットを特定しておき、温度センサ１２０による検出温度とホットスポットの温度の差に関する情報を記憶しておくことで、温度センサ１２０による検出温度からプロセッサ１００の最高温度を簡単な構成で推定することができる。

【００６０】

ヒートシンクなどの強力な冷却機構によって、チップ全体の熱流束すなわち単位面積あたりの発熱量が大きくなれば、どんなチップであっても局所的なホットスポットが発生しやすくなり、複数のホットスポットが分散して生じることになる。本実施の形態の温度推定装置２０によれば、複数のホットスポットに対応した温度推定関数によって、センサ温度からプロセッサ１００の最高温度を推定することができるため、温度センサ１２０の設置個数を抑えて、プロセッサ１００の製造コストを削減することができる。

【００６１】

また、本実施の形態の温度推定装置２０によるプロセッサ１００の温度推定方法では、プロセッサ１００の全体熱量の大小によって、最大負荷時の温度推定係数と個別負荷時の温度推定係数を切り替え、センサ温度からホットスポットの温度を求め、プロセッサ１００の最高温度を推定する。全体の熱量が小さいときに、最大負荷時の温度推定係数を使うと、最高温度を過大評価してしまい、誤差が生じることがあるが、本実施の形態の温度推定方法では、全体の熱量が小さいときには、個別負荷時の温度推定係数を用いるため、誤差を小さく抑えることができる。

【００６２】

上記の説明では、最大負荷時および個別負荷時の温度推定関数の係数は、シミュレーションで求めた値に固定されていたが、この係数をプロセッサ１００の負荷に応じて動的に変更してもよい。

【００６３】

図８は、温度推定係数を動的に調整する場合における温度推定装置２０の構成図である。温度推定装置２０は、図２の構成以外に負荷測定部１７０を有する。

【００６４】

負荷測定部１７０は、プロセッサ１００において実行される命令やタスクをハードウェアもしくはソフトウェアによってモニタリングすることにより、プロセッサ１００の各ホットスポットに相当する演算ブロックの動作時の負荷をリアルタイム測定し、各ホットスポットの負荷情報を温度推定部１４０に与える。

【００６５】

温度推定部１４０は、負荷測定部１７０によって与えられた各ホットスポットの負荷情報にもとづいて、最大負荷時および個別負荷時の温度推定関数の係数を調整する。具体的には、温度推定関数が一次関数 $T_i = a T_S + b$ である場合、温度推定係数 a 、 b を負荷 α の関数として扱い、温度推定係数 a 、 b を負荷 α によって調整する。たとえば、負荷 α が小さい場合には、温度推定係数 a 、 b の値が小さくなるように補正することにより、温度推定の際の過大評価を避ける。また、負荷 α が大きい場合には、温度推定係数 a 、 b の値が大きくなるように補正することにより、プロセッサ１００の最高温度を実際よりも低く推定してしまう危険性を回避する。

【００６６】

温度推定部１４０は、負荷測定部１７０から得られるホットスポットの負荷情報以外に、動作周波数や電源電圧などを用いて、ホットスポットの発熱量を推定し、推定された発

熱量にもとづいて、温度推定係数を調整してもよい。

【0067】

温度推定係数の動的調整は、最大負荷時の温度推定関数、個別負荷時の温度推定関数のいずれか、もしくは両方に用いることができる。温度推定係数の動的調整により、温度推定関数が定常関数から非定常関数に変わり、負荷状況によってセンサ出力が補正される。プロセッサ100の全体熱量をもとにセンサ温度から推定される基準温度に個別の負荷状況を反映させ、プロセッサ100の最高温度をより高い精度で推定することができる。

【0068】

上記の説明では、温度センサ120は、最大負荷をかけた場合に、ホットスポットの温度を偏りなく測定できる位置に設置された。一般に、ホットスポットが複数存在する場合、温度センサ120は、複数のホットスポットのそれぞれの温度を均等な精度で検出することが望ましい。温度センサ120を特定のホットスポットに近づけ、他のホットスポットから遠ざけて設置すると、近くにあるホットスポットについては高い精度で温度を検出できるが、遠くにあるホットスポットの温度の測定精度は落ちてしまうからである。

【0069】

温度センサ120とホットスポットの位置関係は、最大負荷パターンのときだけでなく、他の負荷パターンのときにも対応できるように最適化することがより好ましい。そこで、負荷条件をランダムに振り、プロセッサ100にいろいろな負荷パターンを与え、センサ温度が最も安定して各ホットスポットの温度と連動する位置、言い換えれば、ホットスポットの温度のばらつきによる影響が最も少ない位置を求め、その位置に温度センサ120を配置する。

【0070】

図9は、温度センサ120の設置位置を調整する様子を示す。プロセッサ100にランダムな負荷をかけて、温度センサ120の位置を学習により逐次的に調整する。たとえば、第*i*回目の温度センサ120の位置が同図の S_i の位置にあったとする。このとき、ある負荷パターンのもと、センサ温度 T_S と各ホットスポットA、B、Cの温度 T_A 、 T_B 、 T_C の差 ΔT_A 、 ΔT_B 、 ΔT_C を求めたとき、 ΔT_A 、 ΔT_B 、 ΔT_C の値にばらつきがあったとする。たとえば、センサ温度 T_S が60度であるとき、 $\Delta T_A = 10$ 、 $\Delta T_B = 5$ 、 $\Delta T_C = 20$ である場合、センサ位置をホットスポットCに近づけることで、ホットスポットCの温度の測定感度を上げることが望ましい。そこで、温度センサ120の位置を S_i からホットスポットCに近い S_{i+1} の位置に変更する。

【0071】

図10は、温度センサ120の設置位置の学習手順を説明するフローチャートである。ランダムな負荷をプロセッサ100にかけて、その負荷パターンのもとでプロセッサ100の温度分布を測定する(S50)。温度分布の測定により、複数のホットスポットの温度と、現在の設置位置における温度センサ120のセンサ温度とが得られる。

【0072】

各ホットスポットの温度とセンサ温度の差を測定する(S52)。各ホットスポットとセンサの温度差のばらつきが少なくなるように、温度センサ120の位置を調整する(S54)。このセンサ位置調整は、各ホットスポットとセンサの温度差がホットスポット間で均等になる方向に、センサ位置を調整することで行われる。

【0073】

センサ位置の学習を停止する場合(S56のY)、現在の温度センサ120の位置を最適位置とし、終了するが、センサ位置の学習を停止しない場合(S56のN)、ステップS50に戻り、さらにランダムな負荷パターンを与えて、センサ位置を調整する処理を繰り返す。

【0074】

このようにランダムな負荷を繰り返し与えて、センサ位置を最適化することにより、未知の負荷パターンに対して、いずれかのホットスポットが限界温度に達した場合に、温度センサ120による検出温度からプロセッサ100が限界温度に達していることを確実に

推定できるようになる。これによって、負荷変動やチップ上の温度分布のばらつきなどによるプロセッサ１００の最高温度の推定誤差を一層低減し、温度推定精度を向上することができる。

【００７５】

上記の説明では、温度センサ１２０をプロセッサ１００に１つ設けた場合を説明したが、プロセッサ１００には複数の温度センサ１２０を設けてもよい。図１１は、プロセッサ１００のホットスポットと複数の温度センサ１２０の位置関係を説明する図である。同図に示すように、プロセッサ１００は４つの大きなエリアに分けられ、各エリア内で、ホットスポットとなる演算ブロックが特定され、各エリア毎にホットスポットの温度を推定するための温度センサ１２０が設けられる。

【００７６】

ホットスポットＡ～Ｃの温度を推定するのは、センサ位置Ｓ_１に設けられた温度センサである。センサ位置Ｓ_１は既に述べた学習手順により最適化されたものであってもよい。同様に、ホットスポットＤ～Ｆの温度を推定するのは、センサ位置Ｓ_２に設けられた温度センサであり、ホットスポットＧ～Ｉの温度を推定するのは、センサ位置Ｓ_３に設けられた温度センサであり、ホットスポットＪ～Ｌの温度を推定するのは、センサ位置Ｓ_４に設けられた温度センサである。

【００７７】

プロセッサ１００のホットスポットの個数やホットスポットの分布によって、温度センサ１２０を設置する個数、設置箇所には設計の自由度があり、実験やシミュレーションによって決めることができる。ホットスポットが多数存在する場合でも、ホットスポットをグループ分けして、グループ内のホットスポットの温度検出を担当する温度センサ１２０を割り当て、少ない数の温度センサ１２０によって、プロセッサ１００の最高温度を推定することができ、製造コスト削減につながる。

【００７８】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。これらの実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。そのような変形例を説明する。

【００７９】

実施の形態では、１つのプロセッサ１００を含むプロセッサシステム１０において、プロセッサ１００のホットスポットの温度を推定したが、メインプロセッサ、サブプロセッサなどの複数のプロセッサモジュールを含むマルチプロセッサシステムにおいて、マルチプロセッサシステム全体の発熱制御を目標として、メインプロセッサ、サブプロセッサなどの各モジュールのホットスポットの温度を推定してもよい。

【００８０】

実施の形態では、プロセッサ１００の最高温度が所定の閾値を超えた場合に、プロセッサ１００の動作周波数を下げる制御を行ったが、発熱対策としては、これ以外の方法を採用してもよい。たとえば、プロセッサ１００の全体熱量が小さく、特定の箇所に負荷が集中しているために、特定の演算ブロックだけが高温となっている場合には、タスクを他の演算ブロックに振り分ける負荷分散を行ってもよい。この場合、図２および図８に示すように、温度推定装置２０に負荷分散部１８０をさらに設け、負荷分散部１８０が、演算ブロックの発熱状況に応じて、負荷を複数の演算ブロック間で振り分けることにより、プロセッサの発熱を平準化する。負荷の振り分けはタスク単位で行われてもよく、粒度の細かい命令単位で行われてもよい。なお、負荷分散部１８０は、動作周波数制御部１５０の代わりに設けられてもよく、動作周波数制御部１５０と併設されてもよい。動作周波数制御部１５０と負荷分散部１８０が併設される場合は、状況に応じて、動作周波数制御と負荷分散を切り替えて実行したり、動作周波数制御と負荷分散を組み合わせ実行することもできる。

【００８１】

この発熱対策としての負荷分散は、複数のプロセッサをもつマルチプロセッサシステムにおいて特に有効である。負荷分散部180が複数のプロセッサ間で負荷を振り分けることによって、特定のプロセッサに負荷が集中して発熱により限界温度を超えるのを防ぐことができる。ここで、マルチプロセッサシステムは、複数の同種のプロセッサエレメントを含む均質(homogeneous)型と、複数の同種のプロセッサエレメント以外に制御用プロセッサを含む異種混合(heterogeneous)型とがある。図12は、異種混合型のマルチプロセッサシステム200の構成と温度センサの設置位置を説明する図である。制御用プロセッサ210は図2または図8の温度推定装置20の機能構成を備え、8個のプロセッサエレメント220a~hの温度推定を行う。同図のように、3個の温度センサが8個のプロセッサエレメント220a~hの境界付近のセンサ位置S₁、S₂、S₃に設置され、温度推定装置20の温度推定部140は、各温度センサから温度の測定データを取得する。温度推定装置20の負荷分散部180は、温度推定部140による温度推定結果にもとづいて8個のプロセッサエレメント220a~h間で負荷の振り分けを行う。なお、温度センサの数と設置位置は一例を示したものであり、温度センサの数を増やしたり、設置位置を異ならせてもよい。

【0082】

均質型のマルチプロセッサシステムの場合は、複数の同種のプロセッサエレメントのうち、いずれか1つのプロセッサエレメントが温度推定装置20の機能構成をもち、自プロセッサエレメントと残りの他のプロセッサエレメントに対して温度推定と負荷分散を行ってもよい。また、均質型のマルチプロセッサシステムにおいて、すべての同種のプロセッサエレメントが温度推定装置20の機能構成をもち、それぞれのプロセッサエレメント内で独立に温度推定と負荷分散を行ってもよい。また、温度推定装置20の機能構成をソフトウェアで実現する場合についても同様に、1つのプロセッサエレメントが、自プロセッサエレメントと残りの他のプロセッサエレメントに対して温度推定と負荷分散の機能をソフトウェア処理として実行してもよく、もしくはすべてのプロセッサエレメントがそれぞれ温度推定と負荷分散の機能をソフトウェア処理として独立に実行してもよい。

【0083】

マルチプロセッサシステムの場合でも、発熱対策として、負荷分散に代えて、あるいは負荷分散とともに、動作周波数制御を行うことができる。その場合、温度推定装置20の動作周波数制御部150は、すべてのプロセッサエレメントに対して一斉に動作周波数を下げる制御を行ってもよいが、個々のプロセッサエレメントに対して独立に動作周波数を制御できる構成の場合、複数のプロセッサエレメントの内、少なくともホットスポットが検出されたプロセッサエレメントに対して動作周波数を下げる制御を行ってもよい。

【0084】

さらに別の発熱対策として、ホットスポットとなった演算ブロックを局所的に冷却ノズルを用いて冷却する方法をとってもよい。このようなピンポイントの放熱制御は、プロセッサ100の全体熱量が小さく、特定の箇所だけが局所的に発熱している場合に効果的である。また、プロセッサシステム10の電源電圧を下げるなどの緊急処置をとるように構成してもよい。

【0085】

実施の形態では、プロセッサ100のホットスポットの温度を推定する処理をプロセッサ100自身が行ったが、プロセッサ100の外部で温度センサ120からの出力にもとづいて温度を推定する処理を行ってもよく、図2の温度推定装置20の構成は、プロセッサ100の外部に設けられてもよい。また、温度センサ120に演算機能をもたせ、温度センサ120自身が温度を推定する処理を行ってもよい。

【0086】

実施の形態のプロセッサシステムを搭載した情報処理装置を構成してもよい。そのような情報処理装置としてパーソナルコンピュータ、各種携帯機器などがある。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図 1】 実施の形態に係るプロセッサシステムの構成図である。

【図 2】 実施の形態に係る温度推定装置の構成図である。

【図 3】 図 1 のプロセッサのホットスポットと温度センサの位置関係を説明する図である。

【図 4】 最大負荷時におけるセンサ温度とプロセッサの最高温度の関係を示す図である。

【図 5】 個別負荷時におけるセンサ温度とホットスポットの温度の関係を示す図である。

【図 6】 図 2 の温度推定部による温度推定係数の取得手順を説明するフローチャートである。

【図 7】 図 2 の温度推定部による温度推定手順を説明するフローチャートである。

【図 8】 温度推定係数を動的に調整する場合における温度推定装置の構成図である。

【図 9】 温度センサの設置位置を調整する様子を示す図である。

【図 10】 温度センサの設置位置の学習手順を説明するフローチャートである。

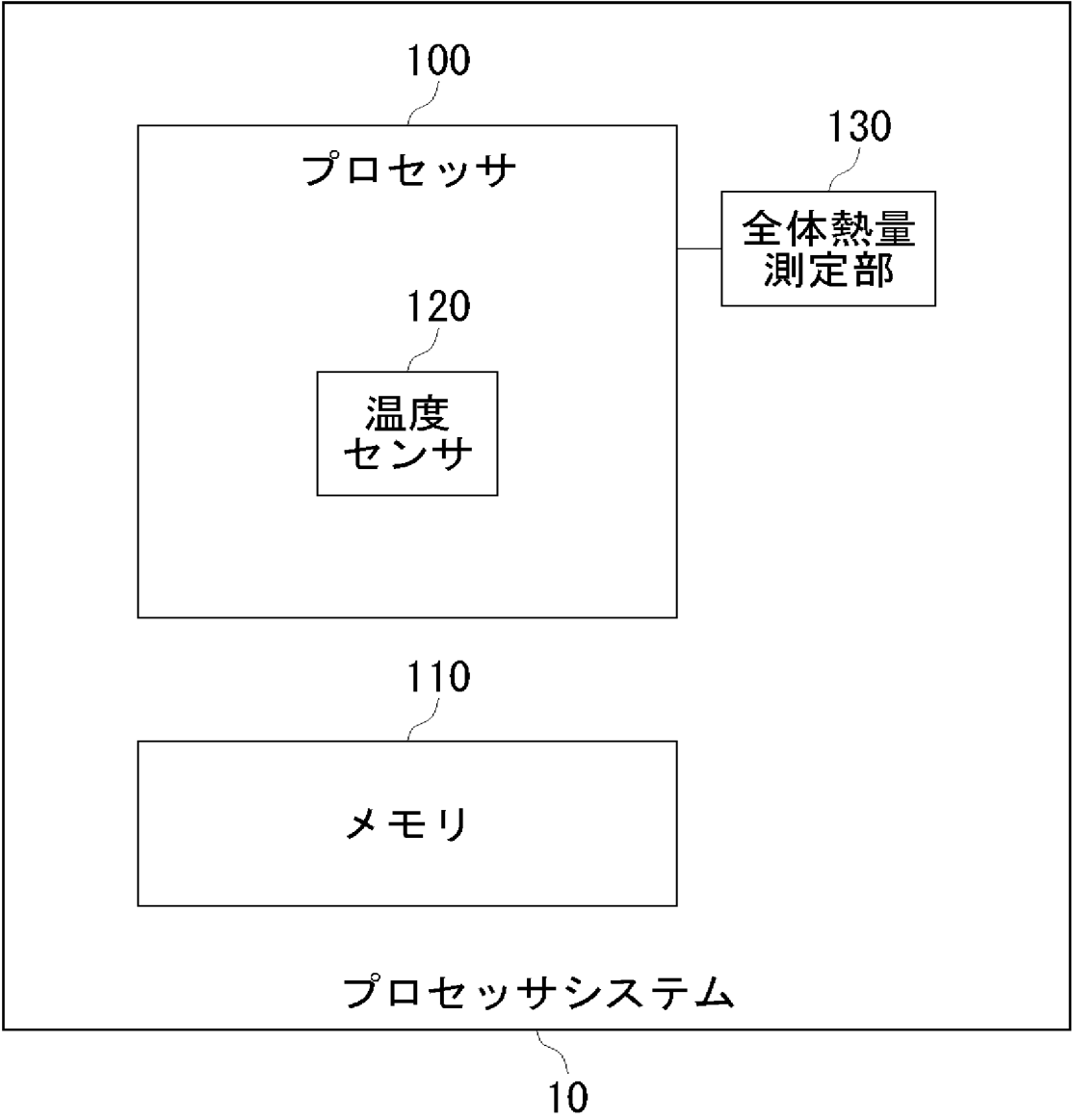
【図 11】 図 1 のプロセッサのホットスポットと複数の温度センサの位置関係を説明する図である。

【図 12】 異種混合型のマルチプロセッサシステムの構成と温度センサの設置位置を説明する図である。

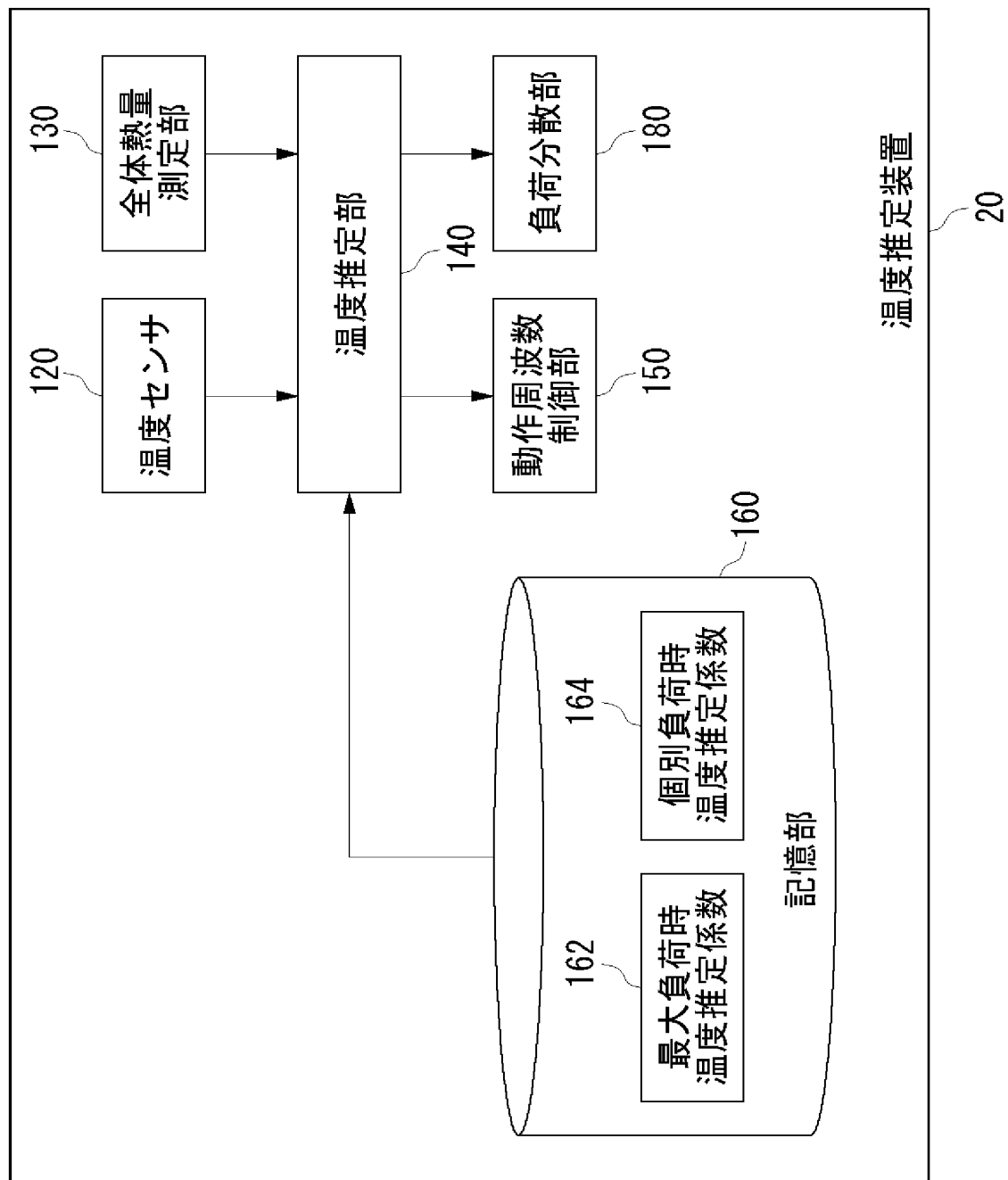
【符号の説明】

【0088】

10 プロセッサシステム、 20 温度推定装置、 100 プロセッサ、 110 メモリ、 120 温度センサ、 130 全体熱量測定部、 140 温度推定部、 150 動作周波数制御部、 160 記憶部、 162 最大負荷時温度推定係数、 164 個別負荷時温度推定係数、 170 負荷測定部、 180 負荷分散部。



【図 2】



(a)

65	70	70	55	50
75	85	75	60	50
80	80	65	60	55
85	75	60	70	70
75	70	75	85	70

(b)

	A			
			S	
B				
			C	

【 図 4 】

センサ温度	ΔT_A	ΔT_B	ΔT_C	最高温度
50	23	25	24	75
55	25	24	22	80
60	25	25	25	85
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

(a)

センサ温度	ΔT_A	T_A
50	15	65
60	15	75
70	15	85
\vdots	\vdots	\vdots

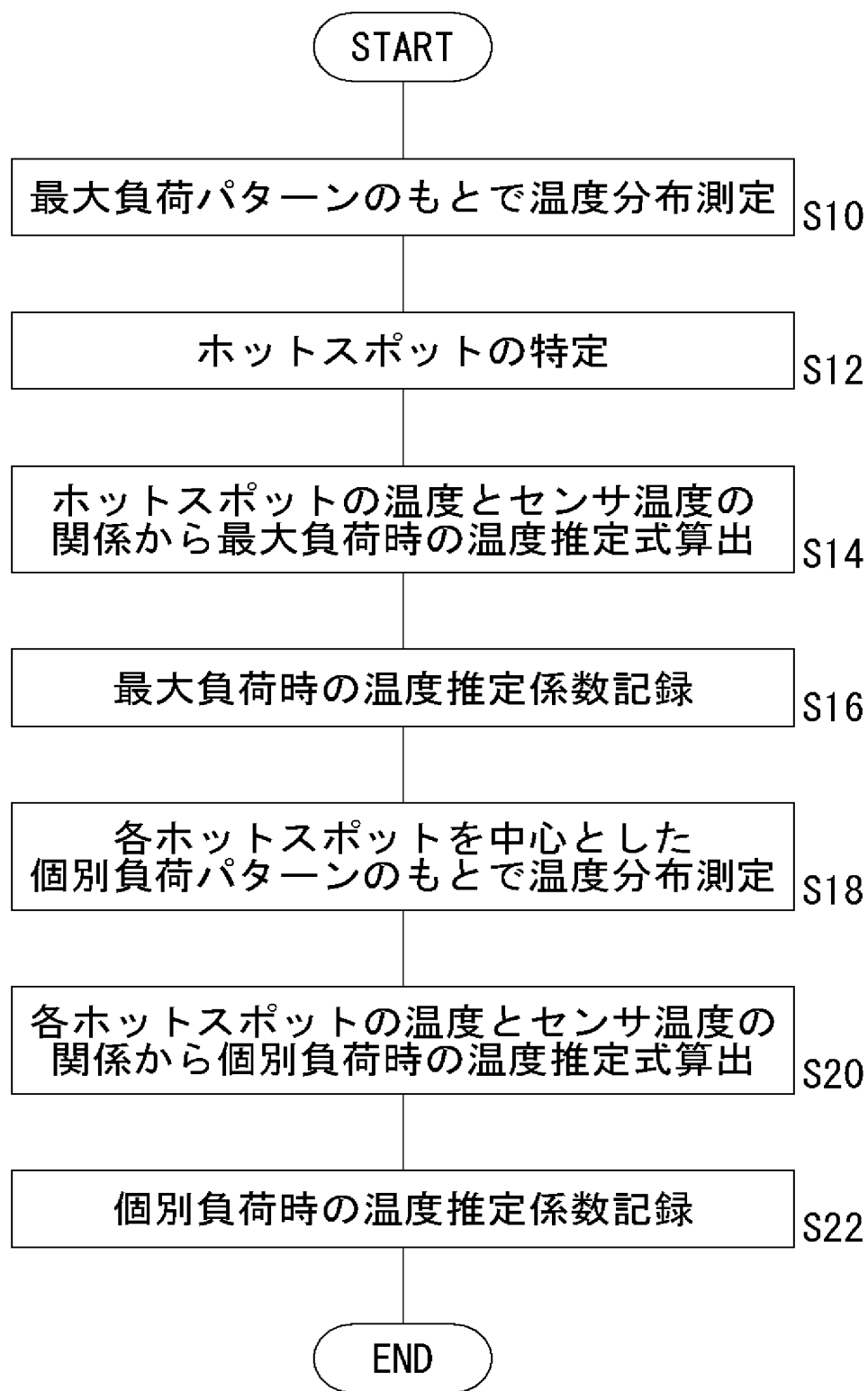
(b)

センサ温度	ΔT_B	T_B
50	10	60
60	12	72
70	15	85
\vdots	\vdots	\vdots

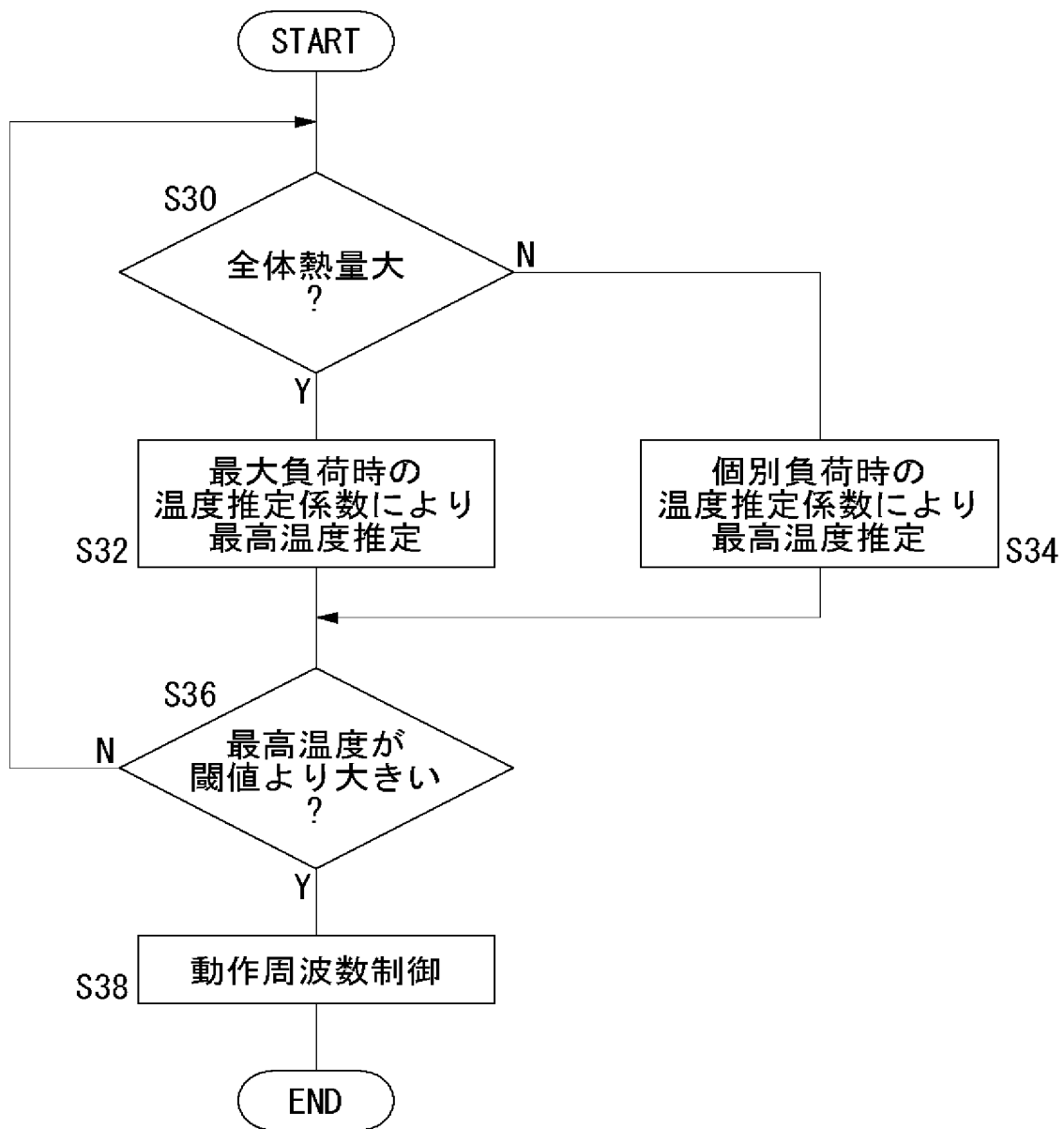
(c)

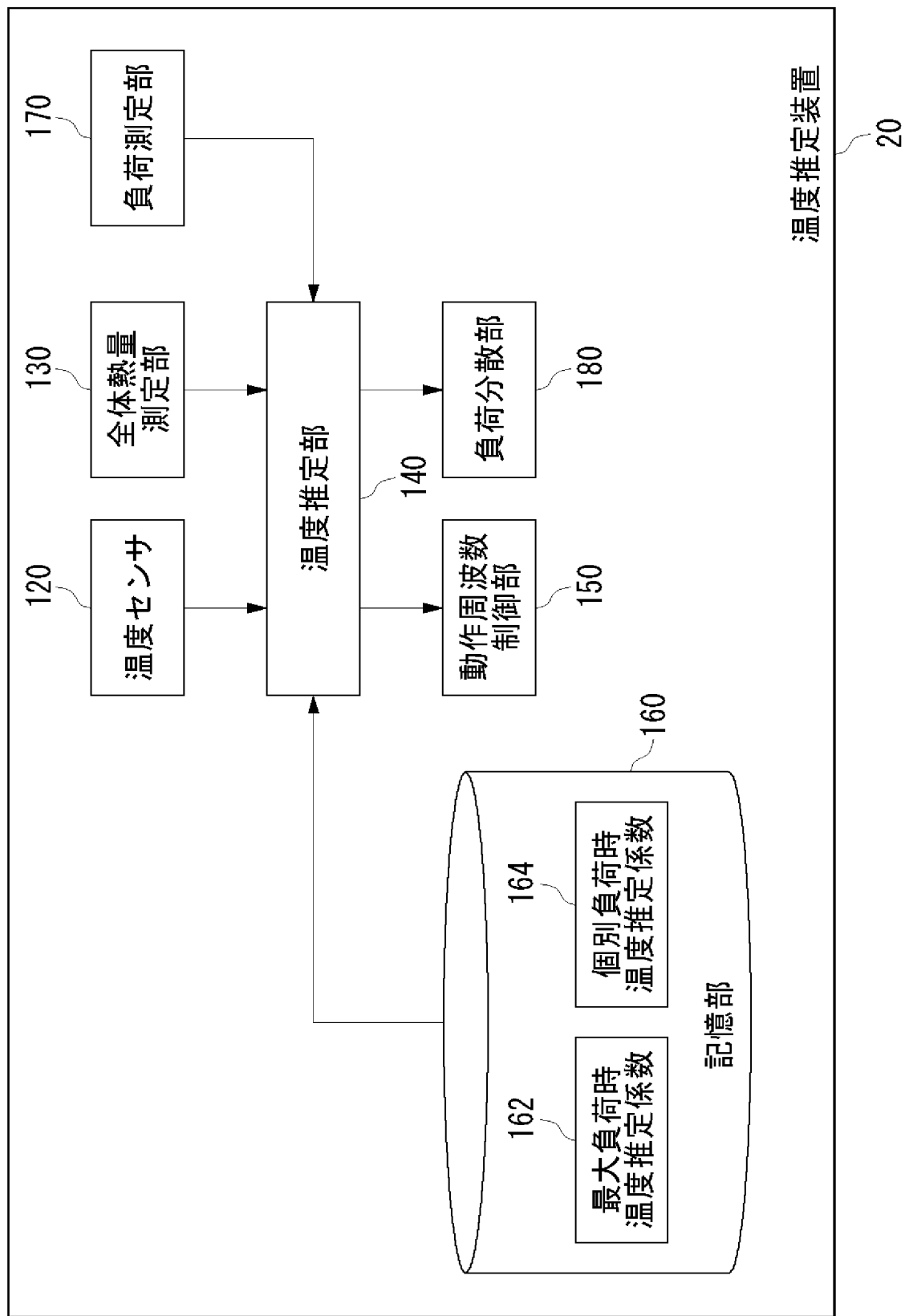
センサ温度	ΔT_C	T_C
50	22	72
60	25	85
70	27	97
\vdots	\vdots	\vdots

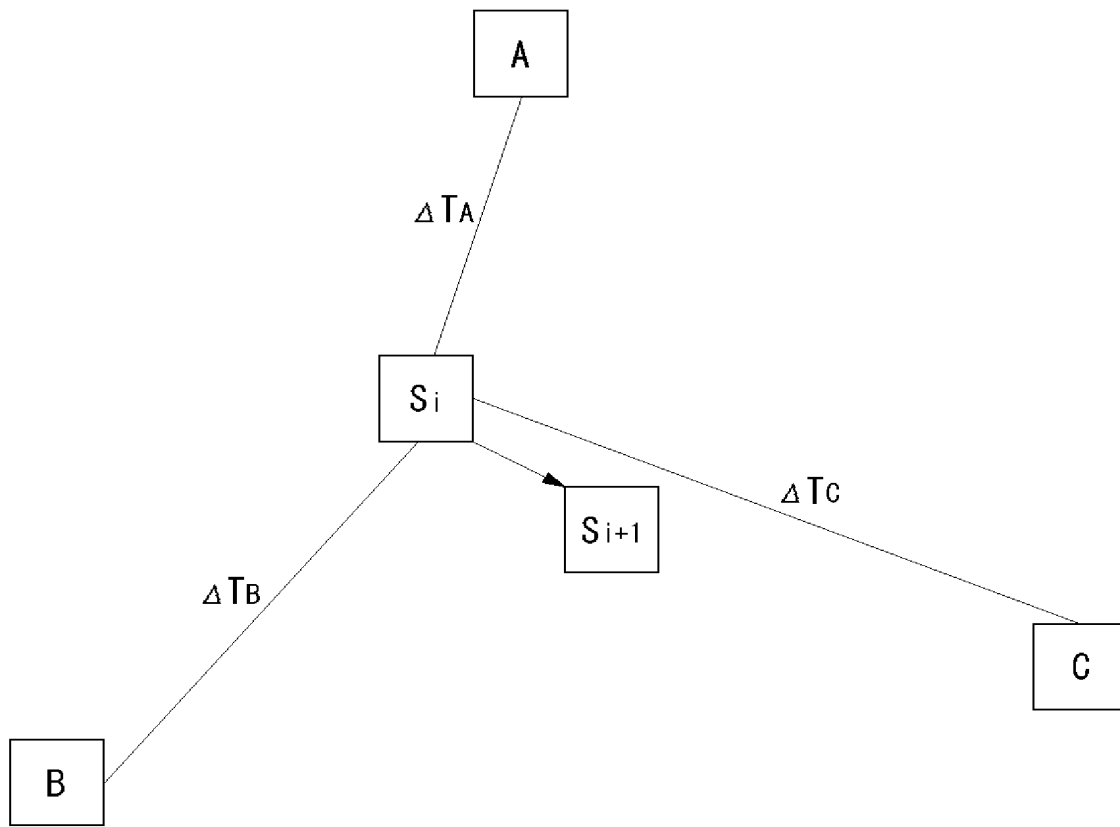
【図 6】

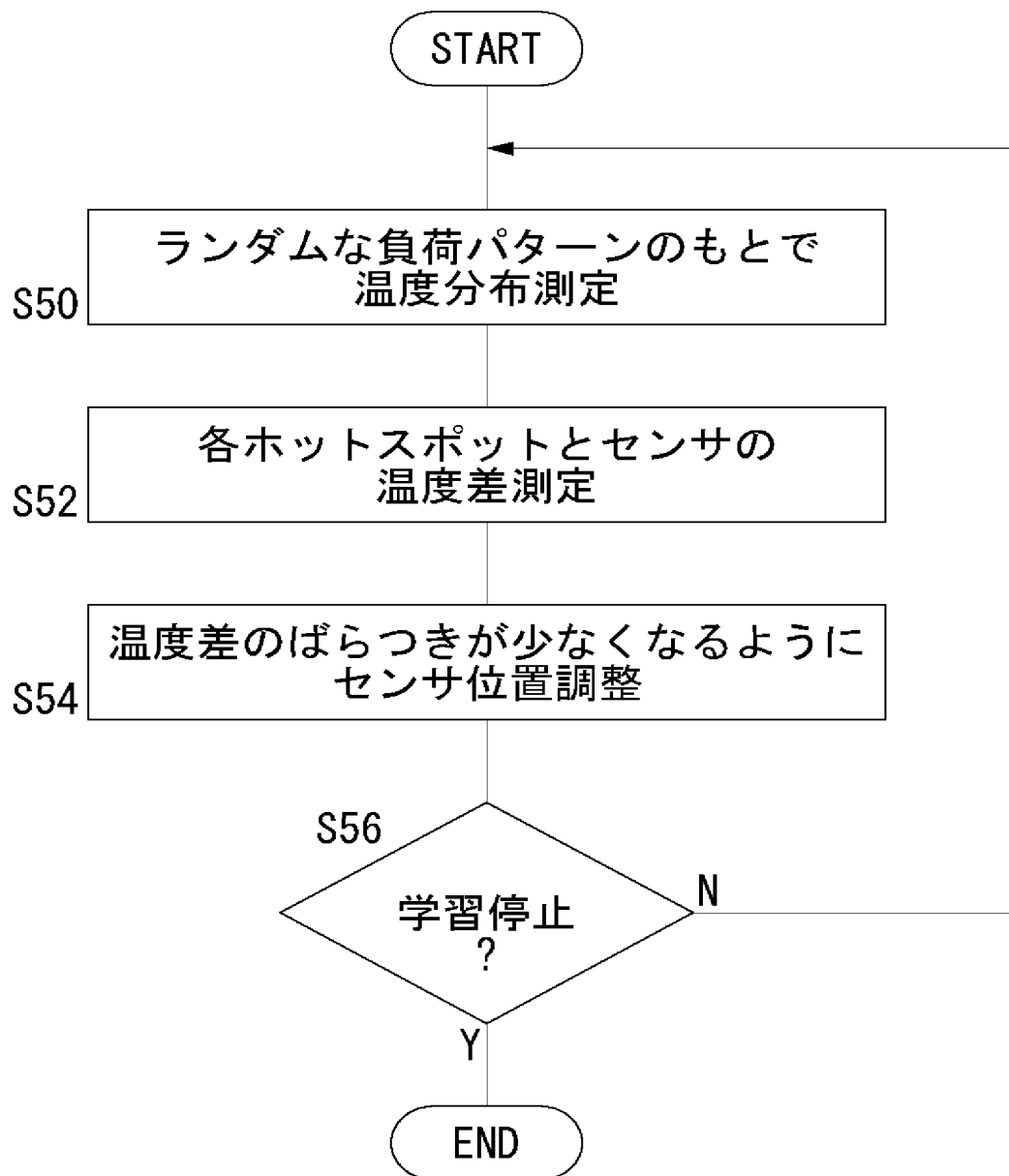


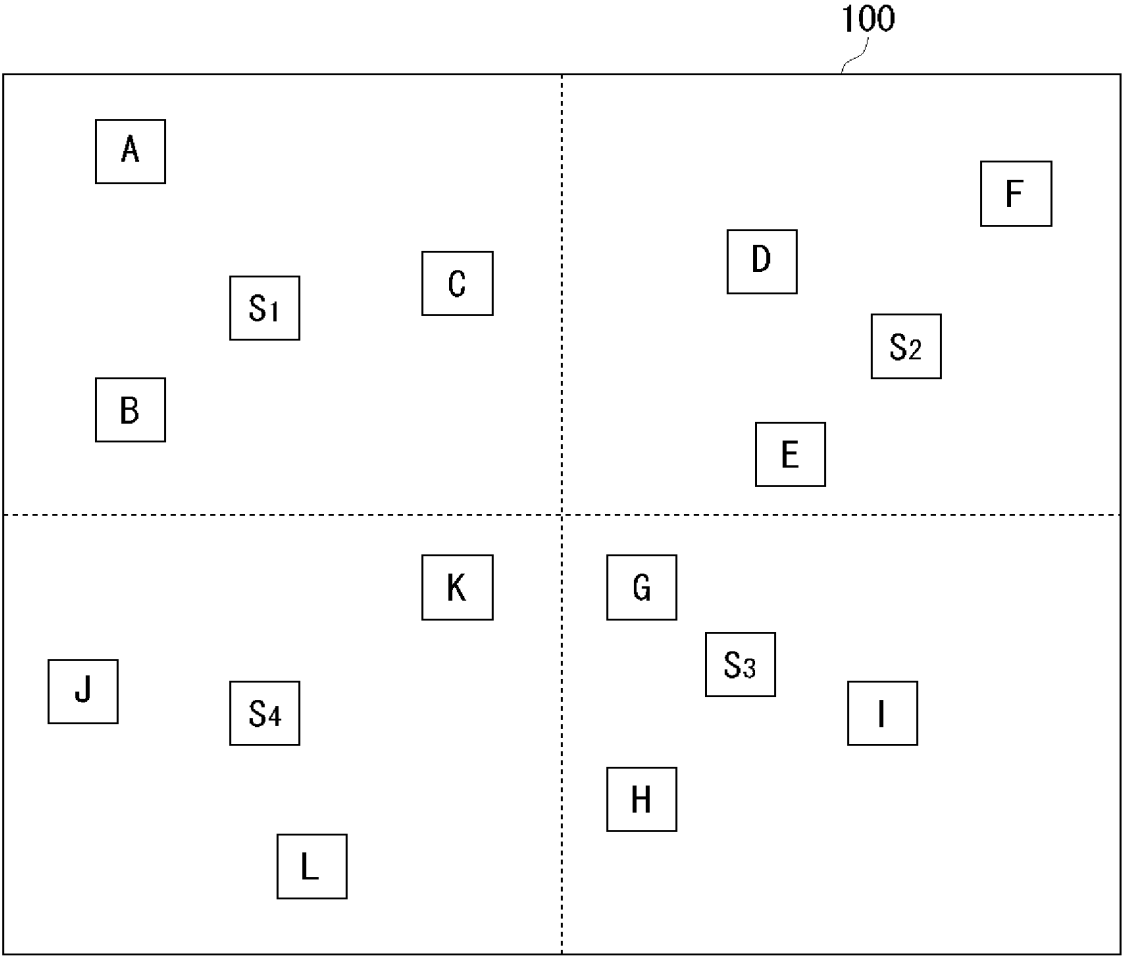
【図 7】



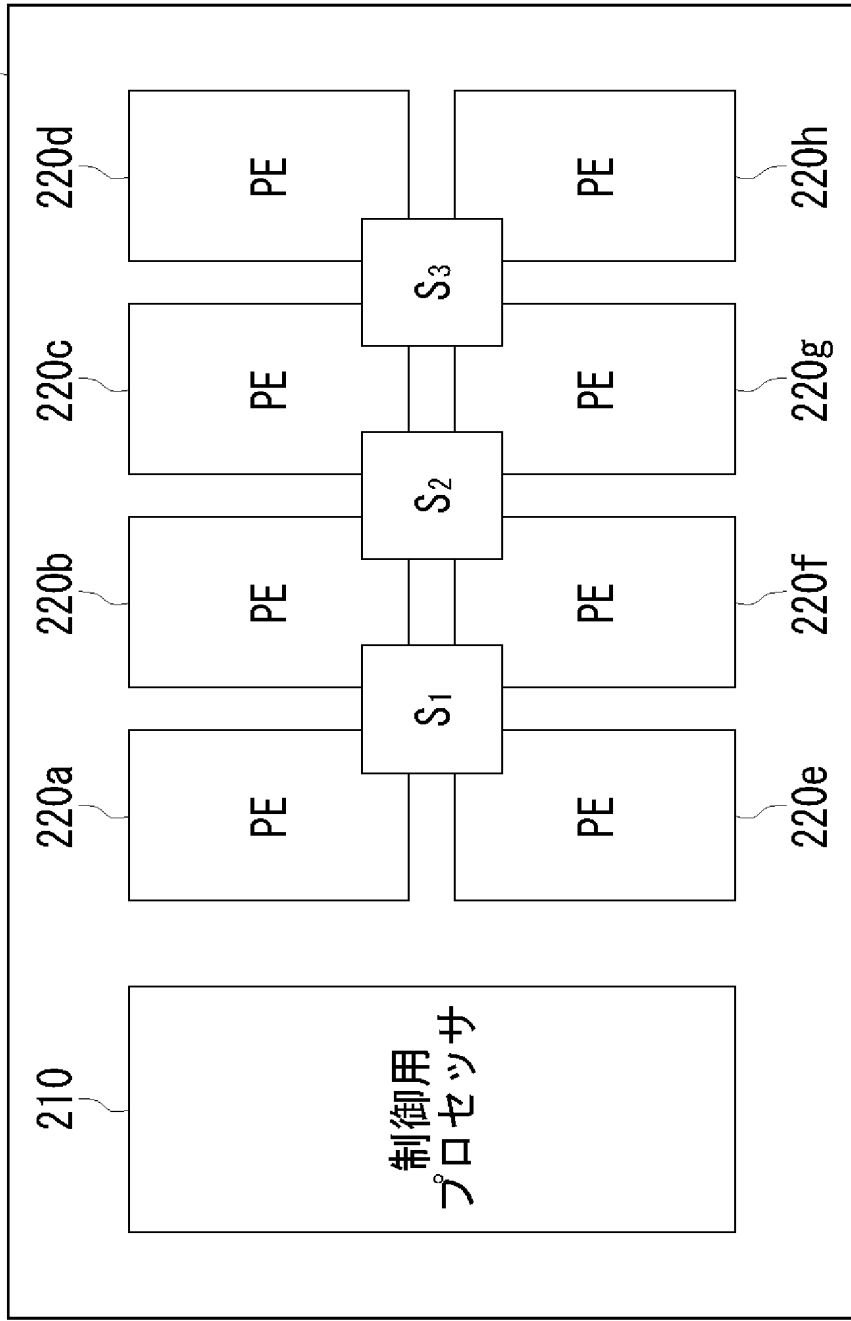








200



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プロセッサには複数のホットスポットが発生するため、プロセッサの温度測定は困難である。

【解決手段】 温度センサ 120 は、プロセッサ内部の特定箇所の温度を測定する。全体熱量測定部 130 は、プロセッサの全体熱量を測定する。温度推定部 140 は、温度センサ 120 による特定箇所の検出温度をもとに、プロセッサに発生する複数のホットスポットの温度を推定し、プロセッサの最高温度を求める。温度推定部 140 は、プロセッサの全体熱量の大小によって、記憶部 160 に格納された最大負荷時温度推定係数 162 と個別負荷時温度推定係数 164 を切り替えて参照し、センサ温度をホットスポットの温度に変換する温度推定関数をあてはめる。動作周波数制御部 150 は、温度推定部 140 が推定したプロセッサの最高温度が限界温度を超えた場合に、プロセッサの動作周波数を下げる制御を行う。

【選択図】 図 2

【書類名】	手続補正書
【整理番号】	SCEI03031
【提出日】	平成17年 1月17日
【あて先】	特許庁長官殿
【事件の表示】	
【出願番号】	特願2004-167806
【補正をする者】	
【識別番号】	395015319
【氏名又は名称】	株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント
【代理人】	
【識別番号】	100105924
【弁理士】	
【氏名又は名称】	森下 賢樹
【電話番号】	03-3461-3687
【手続補正1】	
【補正対象書類名】	特許願
【補正対象項目名】	発明者
【補正方法】	変更
【補正の内容】	
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	矢澤 和明
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	瀧口 巖
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	今井 敦彦
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	田村 哲司
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内
【氏名】	安達 健一
【その他】	出願の際、発明者中「瀧口 巖」の氏名を「瀧口 巖」と表記した誤記を訂正いたします。

出願人履歴

3 9 5 0 1 5 3 1 9

20030701

住所変更

東京都港区南青山二丁目6番21号

株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント